

2 APR 2005 530, 942

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/034387 A1

(51) 国際特許分類: G11B 7/0065, 7/135, G03H 1/04, 1/22

港北区 新横浜 2 丁目 5 番地 1 号 日総第 1 3 ビル 7 階
株式会社オプトウェア内 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012955

(22) 国際出願日: 2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003)

(74) 代理人: 中尾 俊輔, 外 (NAKAO, Shunsuke et al.); 〒101-0047 東京都千代田区 内神田 1 丁目 3 番 5 号 中尾・伊藤特許事務所内 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
60/417,484 2002 年 10 月 9 日 (09.10.2002) US

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社オプトウェア (OPTWARE CORPORATION) [JP/JP]; 〒222-0033 神奈川県 横浜市港北区 新横浜 2 丁目 5 番 1 号 日総第 1 3 ビル 7 階 Kanagawa (JP).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

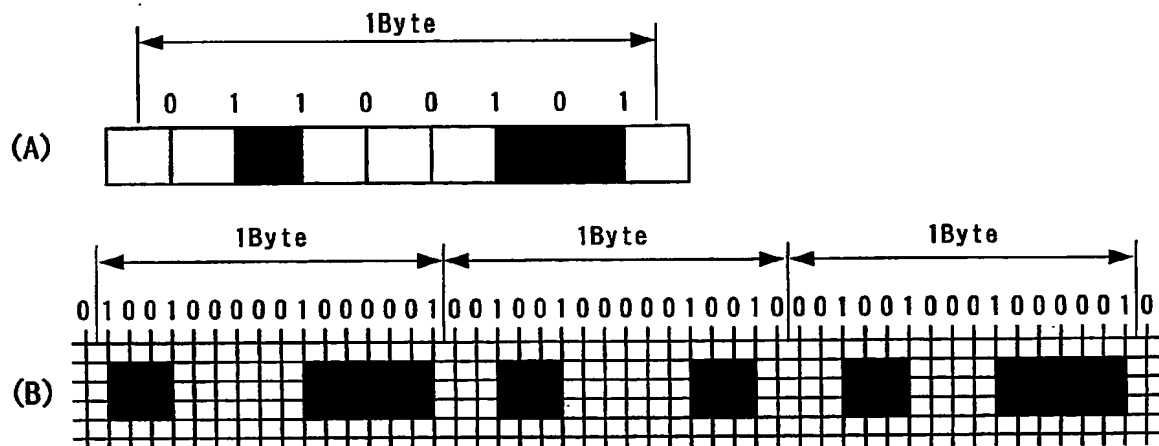
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 堀米 秀嘉 (HORI-MAI, Hideyoshi) [JP/JP]; 〒222-0033 神奈川県 横浜市

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION RECORDING METHOD, REPRODUCING METHOD AND RECORDING/REPRODUCING METHOD UTILIZING HOLOGRAPHY

(54) 発明の名称: ホログラフィを利用した情報記録方法、再生方法および記録再生方法



(57) Abstract: A method for recording information on a recording medium utilizing an interference pattern by interference between an information light modulated spatially with digital pattern information displayed on a spatial light modulator having multiple pixels and a reference light for recording. In order to provide a novel recording method capable of enhancing the recording density and the transfer rate furthermore, digital information to be recorded is represented by match/mismatch of the attributes of adjacent pixels in the spatial light modulator to produce digital pattern information.

(57) 要約: 多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して記録媒体に情報を記録する方法であって、記録密度および転送レートを上昇させることができる新しい記録方法を提供するために、記録するデジタル情報を空間光変調器の隣接する画素同士の属性の一致および不一致によって表現してデジタルパターン情報とする。

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/034387 A1

WO 2004/034387 A1



OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

ホログラフィを利用した情報記録方法、再生方法および記録再生方法

5 技術分野

本発明は、ホログラフィを利用して光情報記録媒体に情報を記録する光情報記録方法、ホログラフィを利用して光情報記録媒体から情報を再生する光情報再生方法、およびホログラフィを利用して光情報記録媒体に情報を記録すると共に光情報記録媒体から情報を再生する光情報記録再生方法に関する。

10

背景技術

従来から、ホログラフィを利用して光情報記録媒体に情報を記録し、再生する光情報記録再生は行われていた。ホログラフィを利用して記録媒体に情報を記録するホログラフィック記録は、一般的に、イメージ情報を持った情報光と参照光とを記録媒体の内部で重ね合わせ、そのときにできる干渉縞を記録媒体に書き込むことによって行われる。記録された情報の再生時には、その記録媒体に参照光を照射することにより、干渉縞による回折によりイメージ情報を持った再生光が再生される。

15

20

25

近年では、超高密度光記録のために、ボリュームホログラフィ、特にデジタルボリュームホログラフィが実用域で開発され注目を集めている。ボリュームホログラフィとは、記録媒体の厚み方向も積極的に活用して、3次元的に干渉縞を書き込む方式であり、厚みを増すことで回折効率を高め、多重記録を用いて記録容量の増大を図ることができるという特徴がある。そして、デジタルボリュームホログラフィとは、ボリュームホログラフィと同様の記録媒体と記録方式を用いつつも、記録するイメージ情報は2値化したデジタルパターンに限定した、コンピュータ指向のホログラフィック記録方式である。このデジタルボリュームホログラフィでは、例えばアナログ的な絵のような画像情報も、一旦デジタル化して、2次元デジタルパターン情報（2次元ページデータとも呼ぶ）に展開し、これを情報光に担持させて参照光と干渉させホログラムとして記録する。再生時は、こ

のデジタルパターン情報を読み出してデコードすることで、元の画像情報に戻して表示する。これにより、再生時にS/N比（信号対雑音比）が多少悪くても、微分検出を行ったり、2値化データをコード化しエラー訂正を行ったりすることで、極めて忠実に元の情報を再現することが可能になる。

- 5 従来の光記録再生装置においては、格子状に配列された多数の画素を有する空間光変調器（SLMと略すこともある）に2次元デジタルパターン情報が表示され、空間光変調器によって光の位相、強度、波長等の状態を各画素毎に変化させることで2次元デジタルパターン情報を担持した情報光を生成していた。実際に記録媒体に書き込まれるのは、情報光と参照光との干渉パターンであり、2次元
- 10 デジタルパターン情報そのものではない。

- また、従来、2次元デジタルパターン情報のコード方法は、空間光変調器の2画素で1ビットのデジタル情報“0”または“1”を表現し、必ず、1ビットの情報に対応する2画素のうち的一方をオン、他方をオフとしていた。2画素が共にオンまたは共にオフの場合はエラーデータとなる。このように、2画素で1ビ
- 15 ットのデジタル情報を表現することは、差動検出によりデータの検出精度を上げることができる。

一般的に、情報ストレージの分野において、記録密度と転送レートは重要な要素である。デジタルボリュームホログラフィでは、次のような手法で高記録密度と高転送レートの両方を実現させてきた。

- 20 まず、2次元デジタルパターン情報を体積記録媒体に多重記録させることで、体積当りの記録容量、即ち記録密度を高めることができる。次に、記録する際に2次元デジタルパターン情報を表示する空間光変調器や再生された2次元デジタルパターン情報を検出する検出器のフレームレート（画面を表示したり、表示を検出したりする速度）を向上させることで、（2次元デジタルパターン情報の縦
- 25 の画素数）×（横の画素数）×（フレーム数）で求められる1秒当りに記録又は再生されるビット数、即ち転送レートを増やすことができる。

例えば、特開平11-311937号公報には、デジタルボリュームホログラフィを利用した光記録再生装置における多重記録として、位相符号を変えて複

数の情報を重畳して記録する位相符号化（フェーズエンコーディング）多重、波長を変えて複数の情報を重畳して記録するホールバーニング型波長多重、複数の干渉領域を、互いに水平方向に少しずつずれ、且つ一部が重なるように形成して、複数の情報を重畳して記録するシフトマルチプレキシング（shift multiplexing）等が記載されている。

発明の開示

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、デジタルボリュームホログラフィの分野においても、記録密度および転送レートを更に向上させることは重要であり、以下のようなアプローチが検討されていた。

空間光変調器に表示される２次元ページデータ当りの画素数を増やせば、一つの記録ホログラム当りの情報量が増加するので、多重記録の多重度が同じであれば、記録密度が向上し記録容量を増加させることができる。更に空間光変調器のフレームレートが同じであれば、転送レートも向上する。また、２次元ページデータへの変調方式やコード方法を改善することで、所謂コードレートを向上させ、データ変換効率を高めて記録容量を増加させることができる。

しかしながら、これらのアプローチには、様々な阻害要因が存在する。まず、２次元ページデータ当りの画素数を増やすために、対物レンズの口径を大きくすると、レンズが重くなり、フォーカス、トラッキングサーボ、アスキングサーボ等の光学系を駆動させるときに大きな力を必要とし、また慣性力も大きくなるので、素早く移動させるのが困難になる。更に、対物レンズの口径を大きくすることはビーム径も大きくすることになるので、光学系の小型化にも支障をきたす。加えて、ビーム径を大きくすることは、装置の薄型化にも問題となる。

空間光変調器の画素ピッチを細かくすれば、２次元ページデータ当りの画素数を増やすことができるが、画素ピッチが小さくなると空間周波数が増加する。レーザの波長を λ 、対物レンズの焦点距離を f 、空間光変調器の画素ピッチを D とすると、回折の次数 d は $d = \lambda \times f / D$ となり、画素ピッチが小さくなると空間周波数が増加することを示す。空間周波数の増加は、対物レンズで集光した

時に形成されるホログラムが大きくなることを意味し、その結果、一つの記録ホログラム当りの占有面積が広くなるので、記録密度向上に寄与する効果は低くなるのである。

記録ホログラム当りの占有面積が広くなっても、ホログラム同士の間隔を従来と同じに設定すれば、多重記録の効果で記録密度は向上するように見えるが、ホログラムサイズが大きくなっているので、重畳する領域も広くなり、多重度が増加する。このため、従来と同じ記録媒体を使用した場合（記録媒体の材料によって決定される多重記録の限界値を示すMナンバーが同じ場合）、再生時の回折効率が減少し、S/N比の観点から記録密度向上の効果には限界がある。

コード化によっても記録密度は更に低下する。例えば、上述した従来のコード方法である微分検出法では2つの画素を用いて1ビットのデジタル情報を表現していたので、更に記録密度は2分の1になっていた。つまり微分検出法のコードレートは50%である。図14(A)は、デジタル情報を従来の微分検出法によりコード化して、空間光変調器の画素の属性によって表示したデジタルパターン情報である。図14(A)では2画素で1つのデジタル情報を表現しており、2画素のうち左側が黒色で右側が白色の場合にデジタル情報“0”を表現し、2画素のうち右側が黒色で左側が白色の場合にデジタル情報“1”を表現している。そして、図14(A)のデジタルパターン情報は、“01100101”という8ビット（1バイト）のデジタル情報を表現している。図14(A)の表示方法では、空間光変調器のホワイトレート（一方の属性（白色の画素）の割合）は、常に50%で一定である。通常エラー訂正コード（ECC）の付加の際に用いるが、実データに対して付加されたデータをオーバーヘッドと言うが、このオーバーヘッドを広義の意味で用いたとすると、上記微分検出法のオーバーヘッドは50%となる。

コード化せずに、2次元デジタルパターン情報のデジタル情報“0”を空間光変調器の画素をオフとすることで、デジタル情報“1”をオンとすることで表示した場合、オーバーヘッドは0%となり、コードレートは100%となる。図14(B)は、コード化せずに記録するデジタル情報をそのまま空間光変調器の画素の属性によって表示したデジタルパターン情報である。図14(B)において、

黒色の画素がデジタル情報“0”を表現し、白色の画素がデジタル情報“1”を表現しており、図14(B)のデジタルパターン情報は、“01100101”という8ビット(1バイト)のデジタル情報を2回繰り返したものを表現している。図14(B)の表示方法では、空間光変調器のホワイトレートは、0から100%の間で変化する。

しかし、この方法では、同じデジタル情報が連続すると、オフの画素またはオンの画素が連続するため、見かけ上画素ピッチDが大きくなることになり、空間周波数の分布が均一とならないので、記録媒体のホログラムも不均一となり、S/N比の高い記録が難しかった。更に、情報光の光量がデジタル情報“1”の総数によって変化するため、情報光と参照光との比を一定にすることができず、ホログラム毎に情報光と参照光との比率を可変した記録を行わなければならなかった。加えて、変調ルールがないため、再生信号のS/N比が低下した場合、エラー訂正処理が極めて困難となり、多重記録の多重度を増やすことができないので、かえって記録密度が減少してしまう。このように、コード化せずに情報を表示する方法は実用化することはほとんど不可能である。

次に、従来のホログラフィ記録の再生には、2次元デジタルパターン情報の光学的な歪曲や記録媒体の歪曲によって、2次元デジタルパターン情報がXまたはY方向にずれるのを抑制するため、空間光変調器の1画素を再生に用いる検出器であるCMOSセンサーの2×2画素または3×3画素に拡大して検出する、所謂オーバーサンプリング法が用いられている。しかし、オーバーサンプリング法では、空間光変調器の1画素を再生するためにCMOSセンサーが4または9画素も必要となるため、CMOSセンサーは、本来の性能の4分の1または9分の1の性能でしか働かないのと等価であり、フレームレートを高速にすることができなかった。

更に、コード化によっても転送レートは低下する。例えば、前述の微分検出法では、2つの画素を用いて1ビットのデジタル情報を表現していたので、転送レートは更に2分の1になっていた。

本発明は、デジタルボリュームホログラフィにおいて、以上のように複雑に絡み合った問題点を解決することが可能な新しい記録方法、再生方法および記録再

生方法を提供することを目的とする。更には、本発明は、記録密度および転送レートを更に向上させることを目的とする。

[課題を解決するための手段]

前述した目的を達成するため、本発明の情報記録方法は、多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、
5 記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して記録媒体に情報を記録する方法であって、記録するデジタル情報を空間光変調器の隣接する画素同士の属性の一致及び不一致によって表現してデジタルパターン情報とすることを特徴とする。

10 更に、本発明の情報記録方法は、デジタルパターン情報が、空間光変調器の1次元に配列された複数の画素によって表示されることが好ましい。加えて、本発明の情報記録方法は、空間光変調器が、格子状に配列された多数の画素を有し、1次元に配列された複数の画素によって表現されたデジタルパターン情報を複数組み合わせて2次元デジタルパターン情報として表示してもよい。

15 更に、本発明の情報記録方法は、デジタルパターン情報が、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に属性が一致する画素を有するように表示されていることが好ましく、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に連続して一定数以上の属性が一致する画素を有するように表示されていることがより好ましい。

20 また、本発明の情報再生方法は、多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して情報を記録した記録媒体から情報を再生する方法であって、記録媒体に再生用参照光を照射してデジタルパターン情報を担持した再生光を生成し、再生光のデジタルパターン情報の隣接する画素同士の属性の一致
25 および不一致を検出することを特徴とする。

更に、本発明の情報再生方法は、再生光を検出する検出器が複数の画素を有し、検出器の画素が前記デジタルパターン情報の隣接する画素の境界上に配置されていることが好ましい。

更に、本発明の情報再生方法は、再生光のデジタルパターン情報が、空間光変

調器の1次元に配列された複数の画素によって表現されていることが好ましい。

また、本発明の情報記録再生方法は、多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して記録媒体に情報を記録し、情報を記録した記録媒体から情報を再生する方法であって、記録するデジタル情報を空間光変調器の隣接する画素同士の属性の一致及び不一致によって表現してデジタルパターン情報として記録し、記録媒体に再生用参照光を照射してデジタルパターン情報を担持した再生光を生成し、再生光のデジタルパターン情報の隣接する画素同士の属性の一致および不一致を検出することを特徴とする。

更に、本発明の情報記録再生方法は、デジタルパターン情報が、空間光変調器の1次元に配列された複数の画素によって表示されることが好ましい。加えて、本発明の情報記録方法は、空間光変調器が、格子状に配列された多数の画素を有し、1次元に配列された複数の画素によって表現されたデジタルパターン情報を複数組み合わせることで2次元デジタルパターン情報として表示してもよい。

更に、本発明の情報記録再生方法は、デジタルパターン情報が、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に属性が一致する画素を有するように表示されていることが好ましく、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に連続して一定数以上の属性が一致する画素を有するように表示されていることがより好ましい。

更に、本発明の情報記録再生方法は、再生光を検出する検出器が複数の画素を有し、検出器の画素がデジタルパターン情報の隣接する画素の境界上に配置されていることが好ましい。

また、本発明の情報記録方法は、格子状に配列された多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して記録媒体に情報を記録する方法であって、記録するデジタル情報を空間光変調器の所定の領域内における属性が一致する複数の画素を連続させて構成される画素群の配置によって表現してデジタルパターン情報とすることを特徴とする。

更に、本発明の情報記録方法は、画素群を所定の領域内に複数個配置すること

が好ましい。

図面の簡単な説明

図 1 (A) および (B) は本発明によるデジタルパターン情報の例である。

5 図 2 は、従来の記録再生装置の光学系の一部の概略図である。

図 3 は、本発明の記録再生装置の光学系の一部の概略図である。

図 4 は、本発明の記録再生装置の光学系の一部の概略図である。

図 5 は、本発明のデジタルパターン情報の他の例である。

図 6 は、本発明のデジタルパターン情報の他の例である。

10 図 7 は、本発明の実施の形態に係る光情報記録再生装置におけるピックアップおよび光情報記録媒体の構成を示す説明図である。

図 8 は、本発明の実施の形態に係る光情報記録再生装置の全体構成を示すブロック図である。

図 9 は、図 8 における検出回路の構成を示すブロック図である。

15 図 10 は、図 7 に示したピックアップのサーボ時における状態を示す説明図である。

図 11 は、本発明の実施の形態において使用する偏光を説明するための説明図である。

20 図 12 は、図 7 に示したピックアップの記録時における状態を示す説明図である。

図 13 は、図 7 に示したピックアップの再生時における状態を示す説明図である。

図 14 (A) および (B) は従来のデジタルパターン情報の例である。

25 発明を実施するための最良の形態

本発明の記録方法について、空間光変調器に表示されるデジタルパターン情報について説明する。なお、空間光変調器としては、液晶表示パネルや DMD (Digital Micromirror Device) 等を使用することができる。図 1 (A) は、デジタル情報を本発明の方法により隣接する画素同士の属

性の一致および不一致によってデジタル情報を表現し、空間光変調器に表示したデジタルパターン情報である。図1 (A) においては、隣接する画素同士の属性が不一致の場合にデジタル情報“0”を表現し、隣接する画素同士の属性が一致する場合にデジタル情報“1”を表現している。勿論、属性の関係とデジタル情報の対応を逆にしてもよい。図1 (A) は、“0 1 1 0 0 1 0 1”という8ビット（1バイト）のデジタル情報を表現している。つまり、図1 (A) の左から1番目と2番目の画素は、いずれも属性が白色であり、デジタル情報“0”を表現し、左から2番目と3番目の画素は、属性が白色と黒色で不一致なのでデジタル情報“1”を表現している。更に、左から3番目と4番目の画素は、属性が黒色と白色で不一致なのでデジタル情報“1”を表現し、同様に4番目と5番目の画素は、白色で一致するのでデジタル情報“0”を表現し、5番目と6番目の画素も、白色で一致するのでデジタル情報“0”を表現し、6番目と7番目の画素は、白色と黒色で不一致なのでデジタル情報“1”を表現し、7番目と8番目の画素は、黒色で一致するのでデジタル情報“0”を表現し、最後に8番目と9番目の画素は、黒色と白色で不一致なのでデジタル情報“1”を表現している。

このように、本発明の表現方法では、画素の属性そのものではなく、隣の画素との属性の一致および不一致でデジタル情報を表示するものである。なお、画素の属性とは、当該画素によって変調される光の状態のことである。空間光変調器が光の強度を変調する場合であれば、画素の属性として、例えば、透過状態と遮断状態という属性の組み合わせを利用することができる。光の位相を変調する場合であれば、例えば、光の位相を2分の1波長進める属性と光の位相を変化させない属性の組み合わせや、光の位相を2分の1波長進める属性と2分の1波長遅らせる属性という組み合わせを利用することができる。光の偏光方向を変調する場合であれば、偏光方向を+45°回転させる属性と偏光方向を-45°回転させる属性の組み合わせを利用することができる。

図1 (A) では、デジタル情報をそのまま表現したので、デジタル情報の桁数の画素の境界が必要となり、9画素でデジタルパターン情報を表示している。但し、両端の画素は、他方の境界を使用していないので、連続してデジタルパターン情報を表示する場合に隣のデジタルパターン情報として利用することができる。

る。結局、図1 (A) の表現方法でも、空間光変調器の8画素分の領域で1バイトのデジタル情報が表現できる。

更に、この表現方法を利用して、空間周波数が増加させることなく、空間光変調器の画素ピッチを小さくすることができる。そのためには、空間光変調器において、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に一定数以上の属性が一致する画素を有するようにデジタルパターン情報が表示される必要がある。このようにデジタルパターン情報を表示すれば、最低限、その画素に上記一定数を加えた数（以下、「連続定数」という。）の同じ属性の画素が連続することになる。連続して配置された同一属性の画素によって変調された光は、同じ面積の一つの大きな画素によって変調された光と同じであるから、変調された光の空間周波数は当該大きな画素ピッチの空間光変調器と同じなのである。換言すれば、従来の画素ピッチに比べて、連続定数分の1まで画素ピッチを小さくしても、空間周波数は変わらないのである。

このデジタルパターン情報について、更に図1 (B) を用いて説明する。図1 (B) は、空間光変調器に表示された連続定数が3のデジタルパターン情報である。図1 (B) において、空間光変調器の画素ピッチは、従来の空間光変調器の画素ピッチ（図1 4 (A) 及び (B) 参照）に比べて3分の1になっている。そして、図1 (B) では、同じ属性の画素が必ず3画素以上連続して並んでいる。図1 (B) においては、横方向に1次元に配列された複数の画素によってデジタルパターン情報を表示している、つまり横方向に隣接する画素同士の属性によってデジタル情報を表現しているので、縦方向に関して画素は、従来と同じサイズの画素とするために3画素連続すればよく、それ以上連続させる必要はない。なお、横方向に加えて、縦方向に隣接する画素同士の属性にもデジタル情報を表現させる場合には、縦方向に3画素以上連続させることになる。

図1 (B) では、横方向に16画素分の領域で1バイトのデジタル情報を表現し、全体で3バイト分のデジタル情報を表現している。図1 (B) の左の1バイトのデジタルパターン情報は、左から画素が、“白、黒、黒、黒、白、白、白、白、白、白、黒、黒、黒、黒、黒、黒、白” という属性で配列し、“1001000001000001” のデジタル情報を表現している。

そして、左から 1 番目と 2 番目の画素は白と黒で属性が不一致なので、デジタル情報 “1” を表現している。2 番目の画素について見ると、属性が不一致の 1 番目の画素と反対側には、同じ属性の画素が 2 画素連続している。このため、左から 2 ～ 4 番目の画素によって、 3×3 の黒い属性の画素群が表示されている。

5 この 3×3 の画素群のサイズは、従来の 1 画素分と同じであり、これによって変調される光の空間周波数も従来と同じなのである。更に続けて見ると、左から 4 番目と 5 番目の画素は黒と白で属性が不一致である。この 5 番目の画素の左側には、属性が白の画素が 6 ～ 10 番目まで連続して配置されているので、合わせて 6×3 の白い属性の画素群が表示され、従来の 2 画素分と同じになっている。

10 また、従来の画素サイズに対応させるために連続する画素の数を 3 の倍数にする必要はない。4 個の画素が連続していれば、従来の 1 画素 + $1/3$ 画素分の大きさの画素と同じになり、5 個の画素が連続していれば、従来の 1 画素 + $2/3$ 画素分の大きさの画素と同じになる。いずれにしても、従来の 1 画素分の 3×3 の画素群よりも小さくなることはないので、空間周波数が大きくなることはなく、
15 ホログラムサイズを維持することができる。

かかる表示方法とするためには、記録する情報を一定のルールに従ってデジタル情報にコード化する必要がある。上記のように、属性の不一致でデジタル情報 “1” を表現する場合は、コード化されたデジタル情報は、1 と 1 の間に必ず 0 を 2 個以上配置するというルールに従ってコード化する必要がある。このような
20 コード化方法の一つとして、DVD (Digital Versatile Disc) に用いられている “8-to-16 Modulation with RLL (2, 10) requirements” という変換方法がある。この変換方法は、1 と 1 の間に 2 ～ 10 個の 0 を配置するというルールの下で 8 ビット (1 バイト) の情報を 16 ビットのデジタル情報に変換するものである (E
25 CMA (European Computer Manufactures Association) - 279 で標準化されている)。このコード化方法は、オーバーヘッドは 50 % となり、コードレートも 50 % となる。

しかし、上記の通り空間光変調器の画素ピッチを 3 分の 1 にすることができるので、記録密度は、従来コード化しなかった図 14 (B) に比べて 1.5 倍に、

微分検出法の図 1 4 (A) に比べて 3 倍に増加するのである。また、コード化する際に、2つの属性の比率が一定となるようにすれば、ホワイトレートを一定とすることができる。

上記の例においては連続定数を 3 としたが、連続定数は、3 に限定されるもの
5 ではなく、2 でも 4 以上であってもよい。連続定数が 2 の場合、デジタルパターン情報は、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に連続して属性が一致する画素を有するように表示されることになる。

また、図 1 (A) および (B) は、一次元のデジタルパターン情報を示したが、かかるデジタルパターン情報を組み合わせて、二次元のデジタルパターン情報として空間光変調器に表示することができる。後述するが、各デジタルパターン情報
10 が一次元に表示されていると、再生時において転送レートを高めることが可能である。

このようにして記録された記録媒体から情報を再生する方法は、まず記録媒体に再生用参照光を照射して、記録時において情報光が担持していたデジタルパターン情報を担持した再生光を生成する。そして、この再生光のデジタルパターン情報の隣接する画素同士の属性の一致および不一致を検出して、デジタル情報を再生する。再生光のデジタルパターン情報の隣接する画素同士の属性の一致および不一致を検出するには、各画素の属性を検出器で検出し、その後、隣接する画素の属性を比較する演算処理で、属性の一致および不一致を検出してデジタル情報
20 を取得することができる。また、検出器の画素を、デジタルパターン情報の隣接する画素の境界上に配置して、直接属性の一致および不一致を検出してデジタル情報を取得することもできる。

検出器としては、CMOS センサーや CCD センサーを使用することができる。1 バイトのデジタル情報を表現するデジタルパターン情報が空間光変調器の 1 次元に配列された複数の画素によって表現されていると、再生時においても、再生光の 1 次元のデジタルパターン情報を画素で検出すれば 1 バイトのデジタル情報を再生することができるので転送レートを向上できる。CMOS センサーや CCD センサーにおいて、格子状の画素によって行われる検出は、1 行毎に行われるので、1 バイトのデジタル情報が 2 次元デジタルパターン情報で表現されている

場合、縦方向の属性の一致および不一致も検出する必要があるので、数行分の検出が終了して初めて1バイトのデジタル情報が再生できる。

本発明の記録方法を採用するために、従来よりも空間光変調器の画素ピッチを小さくする必要がある。図2は、従来の空間光変調器201から検出器212までの光学系の断面図である。図2において、空間光変調器201から出射した情報光および参照光は、プリズムブロック202のハーフミラー203を通過して、
5 一対のリレーレンズ204a、204bを通過する。リレーレンズ204a、204bの間の焦点には、空間光変調器の画素ピッチによって発生した高次の周波数を取り除くためのナイキストアパーチャ205を設けている。これらの光学系を経た光は、結像面206において、空間光変調器の画素に表示されたデジタルパターン情報の像を結ぶ。そして、対物レンズ207で、記録媒体208に照射する。再生時には、記録媒体208から発生した再生光は、対物レンズ207によって平行光となり、リレーレンズ204a、204bを経てプリズムブロック202のハーフミラー203で反射されてレンズ210および211を通過して
10 検出器212に入射する。従来は、検出器212によって、オーバーサンプリングしていたので、レンズ210および211によって、入射する再生光の持つデジタルパターン情報213の画素サイズは3倍に拡大されていた。

まず、従来よりも空間光変調器の画素ピッチを小さくするためには、従来よりも小さい画素の空間光変調器を利用すればよい。図3に本発明の記録方法を実施
20 できる空間光変調器301から検出器312までの光学系の断面図を示す。図3の空間光変調器の画素ピッチは、従来のものに比べて3分の1である。ここで、図1(B)のようにデジタル情報を横方向の1次元デジタルパターン情報で表現するのであれば、縦横共に3分の1としてもよいが、横だけを3分の1として縦は従来と同じピッチとして、縦長の形状の画素としてもよい。

図3において、空間光変調器301から出射した情報光および参照光は、プリズムブロック302のハーフミラー303を通過して、一対のリレーレンズ304a、304bを通過する。リレーレンズ304a、304bの間の焦点には、空間光変調器の画素ピッチによって発生した高次の周波数を取り除くためのナイキストアパーチャ305を設けている。これらの光学系を経た光は、結像面3
25

06において、空間光変調器の画素に表示されたデジタルパターン情報の像を結ぶ。そして、対物レンズ307で、記録媒体308に照射する。再生時には、記録媒体308から発生した再生光は、対物レンズ307によって平行光となり、リレーレンズ304a、304bを経てプリズムブロック302のハーフミラー303で反射されて検出器312に入射する。図1(B)の記録方法では、従来よりも画素ピッチが3分の1になるので、検出する画素の数も3倍になる。図3においては、検出器312は、空間光変調器301と同じ画素ピッチのものを使用している。

従来の検出器は、オーバーサンプリングするため、入射する再生光の持つデジタルパターン情報の画素の3分の1の画素ピッチであったから、従来と同じくレンズを介して3倍に拡大して、オーバーサンプリングを行わなければ、従来と同じ検出器を使用することができる。

図3において検出器312は、その各画素314がデジタルパターン情報313の各画素と1対1に対応するように配置されており、デジタルパターン情報の各画素の属性を検出し、その後隣接する画素の属性を比較する演算処理でデジタル情報を取得している。しかし、図4に示すように、デジタルパターン情報313の画素と検出器の画素314を2分の1ピッチ分ずらして、検出器の画素314をデジタルパターン情報313の隣接する画素の境界上に配置してもよい。

次に、従来よりも空間光変調器の画素ピッチを小さくするためには、光学系を利用して、記録媒体に照射される情報光の持つデジタルパターン情報の画素ピッチを小さくする方法がある。図4に本発明の記録方法を実施できる空間光変調器401から検出器412までの光学系の断面図を示す。図4において、空間光変調器401は、従来と画素ピッチは同じであるが、従来よりも空間光変調器の大きさが縦横に3倍である。但し、図1(B)のようにデジタル情報を横方向の1次元デジタルパターン情報で表現するのであれば、縦横共に3倍としてもよいが、横だけを3倍として縦は従来と同じ大きさとして、横長の空間光変調器としてもよい。

空間光変調器401から出射した情報光および参照光は、プリズムブロック402のハーフミラー403を通過して、リレーレンズ404a、404bによっ

て縦横3分の1に縮小される。リレーレンズ404a、404bの間の焦点には、空間光変調器の画素ピッチによって発生した高次の周波数を取り除くためのナイキストアパーチャ405を設けている。これらの光学系を経た光は、結像面406において、空間光変調器の画素に表示されたデジタルパターン情報の縦横3分の1に縮小された像を結ぶ。そして、対物レンズ407で、記録媒体408に照射する。再生時には、記録媒体408から発生した再生光は、対物レンズ407によって平行光となり、リレーレンズ404a、404bを経てプリズムブロック402のハーフミラー403で反射されて検出器412に入射する。なお、プリズムブロック402をレンズ404bと対物レンズ407との間に挿入すれば、従来と同じ大きさのプリズムブロックを利用することができ、光学系を小型化することができる。

図4において検出器412は、デジタルパターン情報413の画素と検出器の画素414を2分の1ピッチ分ずらして、検出器の画素414をデジタルパターン情報413の隣接する画素の境界上に配置させている。この配置では、検出器の画素414は、デジタルパターン情報413の隣接する画素の属性が一致するか、一致しないかを検出することになる。例えば、空間光変調器の画素が光の強度を1と0に変調した場合、オンの画素の光の強度を1とすると、オンの画素同士が隣接した境界上に配置された検出器は1の強度を検出し、オフの画素同士が隣接した境界上に配置された検出器の画素は0の強度を検出するが、何れもデジタル情報“0”を再生する。オンの画素とオフの画素が隣接した境界上に配置された検出器は0.5の強度を検出し、デジタル情報“1”を再生する。このように、検出器の画素をデジタルパターン情報の隣接する画素の境界上に配置すると、隣接する画素の属性を比較演算をすることなしに、直接デジタル情報を取得することができ、転送レートを高めることができる。

空間光変調器に表示されるデジタルパターン情報の他の実施の形態として、空間光変調器の所定の領域内における属性が一致する複数の画素を連続させて構成される画素群の配置によって記録するデジタル情報を表現することができる。図5は、その一例である。図5は、図1(B)と同様に、連続定数を3として、従来の画素ピッチに対して3分の1にしている。そして、5×5画素の領域内にお

ける同じ属性の 3×3 の画素群の配置によってデジタル情報を表現する。 3×3 の画素群は、従来の空間光変調器の1画素分の大きさであるから、情報光の空間周波数は増加しない。

図5において、 3×3 の画素群は 5×5 画素の図5 (A)は左上に、(B)は中央上に、(C)は右上に、(D)は左中央に、(E)は中央に、(F)は右中央に、(G)は左下に、(H)は中央下に、(I)は右下に配置されている。こうして、 5×5 画素の領域で9つの状態を表示でき、約3ビットの情報を表現することができる。

図6は更に多くのデジタル情報を表現できるように、 12×12 画素の領域内に、 3×3 の画素群を3つ配置することでデジタル情報を表示したものである。図6 (A)、(B)、(C)は、画素群の配置の一例である。このように、画素群を複数個配置する場合は、1つの画素群の位置だけではなく、画素群全体の配置によって識別可能であるから、更に多くのデジタル情報を表示することができる。図6 (B)のように画素群同士を隣接させても空間周波数は増加しない。また、図6 (C)のように画素群同士は、同じ行や列に位置する必要もない。

このような記録方法では、従来に比べて非常に多くのデジタル情報を表現することができ、記録密度および転送レートを高めることができる。更に、ホワイトレートを一定にすることができるので好ましい。

以下、図7乃至図13を用いて、本発明の記録方法および再生方法を行う光情報記録再生装置について説明する。

図7は、本発明の実施形態に係る光情報記録再生装置の構成を示す説明図である。なお、光情報記録再生装置は、光情報記録装置と光情報再生装置とを含んでいる。また、本発明の実施形態では光情報記録媒体1として円盤状の光ディスクを用いているが、カード状の記録媒体を用いることができる。さらに、光情報記録再生装置はピックアップ11を有する。

始めに、図7を参照して、記録媒体1の構成について説明する。この記録媒体1は、ポリカーボネート等によって形成された円板状の透明基板2の表面に、ポリウムホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層としてのホログラム記録層3と、接着層4と、反射膜5と、基板(保護層)6とを、この順番で積

層して構成されている。

反射膜 5 は、光（再生用参照光など）を反射する膜である。反射膜 5 は、例えばアルミニウムによって形成されている。

5 基板（保護層） 6 は、例えば、インジェクションで作成されたアドレス付基板である。基板（保護層） 6 には、アドレス・サーボエリア 7 およびデータエリア 8 が設けられている。アドレス・サーボエリア 7 を使用して、記録媒体 1 への光の照射位置をサーボ制御できる。データエリア 8 には、記録媒体 1 に記録させる情報をホログラフィの形式で書き込める。アドレス・サーボエリア 6 には、サン
10 プルドサーボ方式によってフォーカスサーボおよびトラッキングサーボを行うための情報とアドレス情報とが、予めエンボスピット等によって記録されている。なお、フォーカスサーボは、反射膜 5 の反射面を用いて行うことができる。トラッキングサーボを行うための情報としては、例えばウォブルピットを用いることができる。透明基板 2 は例えば 0.6 mm 以下の適宜の厚み、ホログラム層 3 は例えば 10 μ m 以上の適宜の厚みとする。ホログラム層 3 は、光が照射されたとき
15 に光の強度に応じて屈折率、誘電率、反射率等の光学的特性が変化するホログラム材料によって形成されている。ホログラム材料としては、例えば、デュポン（DuPont）社製フォトポリマ（photopolymers）HRF-600（製品名）等が使用される。反射膜 5 は、例えばアルミニウムによって形成されている。

20 次に、図 8 を参照して、本実施の形態に係る光情報記録再生装置の構成について説明する。この光情報記録再生装置 10 は、光情報記録媒体 1 が取り付けられるスピンドル 81 と、このスピンドル 81 を回転させるスピンドルモータ 82 と、光情報記録媒体 1 の回転数を所定の値に保つようにスピンドルモータ 82 を制御するスピンドルサーボ回路 83 とを備えている。光情報記録再生装置 10 は、更
25 に、光情報記録媒体 1 に対して情報光と記録用参照光とを照射して情報を記録すると共に、光情報記録媒体 1 に対して再生用参照光を照射し、再生光を検出して、光情報記録媒体 1 に記録されている情報を再生するためのピックアップ 11 と、このピックアップ 11 を光情報記録媒体 1 の半径方向に移動可能とする駆動装置 84 とを備えている。

光情報記録再生装置 10 は、更に、ピックアップ 11 の出力信号よりフォーカスエラー信号 F E、トラッキングエラー信号 T E および再生信号 R F を検出するための検出回路 85 と、この検出回路 85 によって検出されるフォーカスエラー信号 F E に基づいて、ピックアップ 11 内のアクチュエータを駆動して対物レンズを光情報記録媒体 1 の厚み方向に移動させてフォーカスサーボを行うフォーカスサーボ回路 86 と、検出回路 85 によって検出されるトラッキングエラー信号 T E に基づいてピックアップ 11 内のアクチュエータを駆動して対物レンズを光情報記録媒体 1 の半径方向に移動させてトラッキングサーボを行うトラッキングサーボ回路 87 と、トラッキングエラー信号 T E および後述するコントローラからの指令に基づいて駆動装置 84 を制御してピックアップ 11 を光情報記録媒体 1 の半径方向に移動させるスライドサーボを行うスライドサーボ回路 88 とを備えている。

光情報記録再生装置 10 は、更に、記録する情報を上述した方法によりコード化したり、ピックアップ 11 内の検出器の出力データをデコードして光情報記録媒体 1 のデータエリア 7 に記録された情報を再生したり、検出回路 85 からの再生信号 R F より基本クロックを再生したりアドレスを判別したりする信号処理回路 89 と、光情報記録再生装置 10 の全体を制御するコントローラ 90 と、このコントローラ 90 に対して種々の指示を与える操作部 91 とを備えている。コントローラ 90 は、信号処理回路 89 より出力される基本クロックやアドレス情報を入力すると共に、ピックアップ 11、スピンドルサーボ回路 83 およびスライドサーボ回路 88 等を制御するようになっている。スピンドルサーボ回路 83 は、信号処理回路 89 より出力される基本クロックを入力するようになっている。コントローラ 90 は、CPU（中央処理装置）、ROM（リード・オンリ・メモリ）および RAM（ランダム・アクセス・メモリ）を有し、CPU が、RAM を作業領域として、ROM に格納されたプログラムを実行することによって、コントローラ 90 の機能を実現するようになっている。

ピックアップ 11 は、参照光および情報光を光情報記録媒体 1 に照射し、光情報記録媒体 1 からの再生光を受けるためのものである。ピックアップ 11 の構成は、対物レンズ 12、アクチュエータ 13、2 分割旋光板 14、偏光ビームスプ

リッタ 15、レンズ 16、ミラー 17、ミラー 18、空間フィルタ 19、偏光ビームスプリッタ 20、ミラー 21、空間光変調器（情報表現手段） 22、シャッター 23、コリメータレンズ 24、レーザ光源 25、ハーフミラー 26、空間フィルタ 27、光検出器 28、二分の一波長板 50、51、偏光板 52を備える。

5 ピックアップ 11は、更に、サーボ用光源装置 29、ビームスプリッタ 30、レンズ 31、ダイクロイックミラー 32、シリンドリカルレンズ 33および4分割フォトディテクタ 34を備えている。

10 なお、情報光とは、記録したい情報を担持した光である。図1においては、情報光は、レーザ光源 25から射出したレーザ光を、空間光変調器 22により変調したものであり、記録媒体 1に照射される。また、参照光には、情報光と干渉させホログラフィを形成するための記録用参照光およびホログラフィから情報を再生するための再生用参照光がある。

15 さらに、再生光とは、記録媒体 1に再生用参照光を入射した場合に、記録媒体 1からピックアップ 11に戻る光をいう。再生光は、光情報記録媒体 1から再生された情報を担持したものとなる。

20 対物レンズ 12は、記録媒体 1の透明基板 2側に位置するものである。参照光および情報光は、対物レンズ 12を透過して、記録媒体 1に入射する。記録媒体 1からの再生光は、対物レンズ 12を透過して、ハーフミラー 26に向かって進行する。

25 アクチュエータ 13は、対物レンズ 12を光情報記録媒体 1の厚み方向および半径方向に移動するためのものである。

30 2分割旋光板 14は、図4において光軸の左側部分に配置された旋光板 14Lと、右側部分に配置された旋光板 14Rとを有している。旋光板 14Lを通過した光は偏光方向が -45° 回転し、旋光板 14Rを通過した光は偏光方向が $+45^\circ$ 回転させるようになっている。

35 ハーフミラー 26は、情報光を透過させて2分割旋光板 14に向かって進行させ、再生光を反射して空間フィルタ 27に向かって進行させる。空間フィルタ 27は、ハーフミラー 26から再生光を受けて、余分な光を除去して、光検出器 28に入射させる。

光検出器 28 は、再生光を受けて検出する。これにより、光情報記録媒体 1 に記録された情報を再生できる。

レーザ光源 25 は、レーザ光を生成する。このレーザ光は、情報光および参照光の基となる。コリメータレンズ 24 は、レーザ光源 25 からレーザ光を受けて
5 平行光線にする。二分の一波長板 51 は、コリメータレンズ 24 から平行光線を受け P 偏光および S 偏光とする。偏光ビームスプリッタ 20 は、二分の一波長板 51 から P 偏光および S 偏光を受け、P 偏光は透過させ、S 偏光は反射面 20a で反射する。透過した P 偏光はミラー 21 へ向かい、反射した S 偏光は空間フィルタ 19 に向かう。この P 偏光が情報光の基となり、S 偏光が参照光の基となる。

10 ミラー 21 は、P 偏光を受けて、空間光変調器 22 に向けて反射する。

空間光変調器（情報表現手段）22 は、ミラー 21 からの P 偏光を画素 22c 毎に属性を制御して反射することにより、空間的に変調された情報光を生成する。生成された情報光は、シャッター 23 および偏光ビームスプリッタ 20 を透過して、空間フィルタ 19 に向かう。なお、空間光変調器 22 は、DMD や反射型液晶表示パネルを使用できる。DMD は、画素に設けられたミラーを制御すること
15 で、入射した光を反射する方向により情報を表現できる。反射型液晶表示パネルは、画素毎に液晶の配向を制御することで、入射した光の強度、偏光または位相などにより情報を表現できる。すなわち、入射光を空間的に変調できる。

シャッター 23 は、記録媒体 1 に情報を記録するときは開いており、記録媒体
20 1 から情報を再生するときは閉じる（図 12 参照）。空間フィルタ 19 は、一対のレンズと絞りで構成され、空間光変調器 22 から情報光および偏光ビームスプリッタ 20 を受け、絞りの上に像を結ぶ。このとき、情報光の回折光の内でも光軸に近いものは、絞りの穴を通過する。しかし、回折光の内でも光軸から遠いものは、絞りを通過できない。二分の一波長板 50 は、偏光ビームスプリッタ 20
25 の反射面 20a により反射された S 偏光を P 偏光にする。これが、参照光となる。

偏光ビームスプリッタ 15 は、情報光を反射面 15a で反射し、ハーフミラー 26 へ進行させる。また、参照光を透過し、ミラー 17 に向けて進行させる。ミラー 17 は、記録媒体 1 と向かい合うミラー 18 に向けて参照光を反射させる。ミラー 18 は参照光を反射して、レンズ 16 に進行させる。レンズ 16 は、参照

光を記録媒体 1 よりも前で焦点を結ばせるようにして屈折させる。

4分割フォトディテクタ 3 4 は、図 9 に示したように、光情報記録媒体 1 におけるトラック方向に対応する方向と平行な分割線 3 5 a とこれと直交する方向の分割線 3 5 b とによって分割された 4 つの受光部 3 4 a ~ 3 4 d を有している。

5 シリンドリカルレンズ 3 3 は、その円筒面の中心軸が 4 分割フォトディテクタ 3 4 の分割線 3 5 a, 3 5 b に対して 45° をなすように配置されている。

図 9 は、4 分割フォトディテクタ 3 4 の出力に基づいて、フォーカスエラー信号 F E、トラッキングエラー信号 T E および再生信号 R F を検出するための検出回路 8 5 の構成を示すブロック図である。この検出回路 8 5 は、4 分割フォトディテクタ 3 4 の対角の受光部 3 4 a, 3 4 d の各出力を加算する加算器 3 6 と、
10 4 分割フォトディテクタ 3 4 の対角の受光部 3 4 b, 3 4 c の各出力を加算する加算器 3 7 と、加算器 3 6 の出力と加算器 3 7 の出力との差を演算して、非点収差法によるフォーカスエラー信号 F E を生成する減算器 3 8 と、4 分割フォトディテクタ 3 4 のトラック方向に沿って隣り合う受光部 3 4 a, 3 4 b の各出力を加算する加算器 3 9 と、4 分割フォトディテクタ 3 4 のトラック方向に沿って隣り合う受光部 3 4 c, 3 4 d の各出力を加算する加算器 4 0 と、加算器 3 9 の出力と加算器 4 0 の出力との差を演算して、プッシュプル法によるトラッキングエラー信号 T E を生成する減算器 4 1 と、加算器 3 9 の出力と加算器 4 0 の出力とを加算して再生信号 R F を生成する加算器 4 2 とを備えている。なお、本実施の
15 形態では、再生信号 R F は、光情報記録媒体 1 におけるアドレス・サーボエリア 7 に記録された情報を再生した信号である。

ピックアップ 1 1 内の空間光変調器 2 2 は、図 8 におけるコントローラ 9 0 によって制御されるようになっている。コントローラ 9 0 は、信号処理回路 8 9 によってコード化されたデジタル情報を空間光変調器 2 2 において表示するようになっている。
25

以下、本実施の形態に係る光情報記録再生装置の作用について、サーボ時、記録時、再生時に分けて、順に説明する。なお、サーボ時、記録時、再生時のいずれのときも、光情報記録媒体 1 は規定の回転数を保つように制御されてスピンドルモータ 8 2 によって回転される。

まず、図10を参照して、サーボ時の作用について説明する。サーボ時には、サーボ用光源装置29からサーボ用レーザを射出する。なお、コントローラ90は、再生信号RFより再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ12の出射光がアドレス・サーボエリア7を通過するタイミングを予測し、対物レンズ12の出射光がアドレス・サーボエリア7を通過する間、上記の設定とする。

サーボ用光源装置29から出射された光は、ビームスプリッタ30を通過し、レンズ31で屈折させられ、ダイクロイックミラー32で対物レンズ12に向けて反射され、対物レンズ12によって集光されて情報記録媒体1に照射される。この光は、光情報記録媒体1の反射膜5で反射され、その際、アドレス・サーボエリア7におけるエンボスピットによって変調されて、対物レンズ12側に戻ってくる。

ダイクロイックミラー32は、サーボ用光源29からのレーザの波長は反射し、記録再生用光源25からのレーザの波長は透過するものとする。例えば、波長 $\lambda = 655\text{ nm}$ の光は反射し、波長 $\lambda = 532\text{ nm}$ 以下の光は透過させるように設計すれば、サーボ用光源29として655 nmの赤レーザを用い、記録再生用光源25として波長 $\lambda = 532\text{ nm}$ 以下の緑レーザ、青紫レーザ、ブルーレーザなどを用いることができる。

光情報記録媒体1からの戻り光は、対物レンズ12を経て、ダイクロイックミラー32で反射し、ビームスプリッタ30によって反射され、シリンドリカルレンズ33を通過した後、4分割フォトディテクタ34によって検出される。そして、この4分割フォトディテクタ34の出力に基づいて、図9に示した検出回路85によって、フォーカスエラー信号FE、トラッキングエラー信号TEおよび再生信号RFが生成され、これらの信号に基づいて、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボが行われると共に、基本クロックの再生およびアドレスの判別が行われる。

なお、上記のサーボ時における設定では、ピックアップ11の構成は、CD（コンパクト・ディスク）やDVD（デジタル・ビデオ・ディスクまたはデジタル・バーサタイル・ディスク）やHS（ハイパー・ストレージ・ディスク）等の通常の光ディスクに対する記録、再生用のピックアップの構成と同様になる。従

って、本実施の形態における光情報記録再生装置 10 では、通常の光ディスク装置との互換性を持たせるように構成することも可能である。

ここで、後の説明で使用する A 偏光および B 偏光を以下のように定義する。すなわち、図 11 に示したように、A 偏光は S 偏光を -45° または P 偏光を $+45^\circ$ 偏光方向を回転させた直線偏光とし、B 偏光は S 偏光を $+45^\circ$ または P 偏光を -45° 偏光方向を回転させた直線偏光とする。A 偏光と B 偏光は、互いに偏光方向が直交している。なお、S 偏光とは偏光方向が入射面（図 7 の紙面）に垂直な直線偏光であり、P 偏光とは偏光方向が入射面に平行な直線偏光である。

次に、記録時の作用について説明する。図 12 は記録時におけるピックアップ 11 の状態を示す説明図である。記録時には、コントローラ 90 は、記録する情報を空間光変調器 22 の隣接する画素の属性の一致および不一致により表現して、空間光変調器 22 にデジタルパターン情報を表示する。記録する情報は、信号処理回路 89 によって所定の条件に従ってコード化されていることが好ましい。

光源装置 25 の出射光の出力は、パルス的に記録用の高出力にされる。なお、コントローラ 90 は、再生信号 RF より再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ 12 の出射光がデータエリア 8 を通過するタイミングを予測し、対物レンズ 12 の出射光がデータエリア 8 を通過する間、上記の設定とする。対物レンズ 12 の出射光がデータエリア 8 を通過する間は、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボは行われず、対物レンズ 12 は固定されている。

図 12 に示したように、光源装置 25 から出射された光は、コリメータレンズ 24 によって平行光束とされ、二分の一波長板 51 により P 偏光および S 偏光となる。偏光ビームスプリッタ 20 は、二分の一波長板 51 から P 偏光および S 偏光を受け、P 偏光は透過させ、S 偏光は反射面 20a で反射する。透過した P 偏光はミラー 21 へ向かい、反射された S 偏光は空間フィルタ 19 に向かう。この P 偏光が情報光の基となり、S 偏光が参照光の基となる。

P 偏光は、ミラー 21 により、空間光変調器 22 に向けて反射され、空間光変調器 22 に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調されて情報光となる。この情報光は、シャッター 23 および偏光ビームスプリッタ 20 を透過して、

空間フィルタ 19 に向かう。そして、二分の一波長板 50 により S 偏光にされ、偏光ビームスプリッタ 15 の反射面 15 a で反射され、2 分割旋光板 14 を通過する。ここで、2 分割旋光板 14 の旋光板 14 L を通過した光は偏光方向が -45° 回転されて、A 偏光の光となり、旋光板 14 R を通過した光は偏光方向が $+45^\circ$ 回転されて、B 偏光の光となる。2 分割旋光板 14 を通過した情報光は、対物レンズ 12 によって集光されて、光情報記録媒体 1 における反射膜 5 上で収束するように、光情報記録媒体 1 に照射される。

一方、偏光ビームスプリッタ 20 a で反射された S 偏光は、空間フィルタ 19 を通って二分の一波長板 50 により P 偏光にされる。そして、偏光ビームスプリッタ 15 を通過してミラー 17 に向けて進行し、ミラー 17 によってミラー 18 に向けて反射される。ミラー 18 は記録用参照光を反射して、レンズ 16 に進行させ、レンズ 16 は、記録用参照光を記録媒体 1 よりも前で焦点を結ばせるように屈折させる。この記録用参照光は、偏光ビームスプリッタ 15 を通過して、2 分割旋光板 14 を通過する。ここで、2 分割旋光板 14 の旋光板 14 L を通過した光は偏光方向が -45° 回転されて、B 偏光の光となり、旋光板 14 R を通過した光は偏光方向が $+45^\circ$ 回転されて、A 偏光の光となる。2 分割旋光板 14 を通過した記録用参照光は、対物レンズ 12 によって集光されて光情報記録媒体 1 に照射され、反射膜 5 よりも手前側で一旦最も小径となるように収束した後、発散しながらホログラム層 3 を通過する。

2 分割旋光板 14 の旋光板 14 L を通過した情報光は、A 偏光の光となり、2 分割旋光板 14 の旋光板 14 R を通過した A 偏光の記録用参照光と干渉して干渉パターンを形成し、光源装置 25 の出射光の出力が高出力になったとき、その干渉パターンがホログラム層 3 内に体積的に記録される。また、2 分割旋光板 14 の旋光板 14 R を通過した情報光は、B 偏光の光となり、2 分割旋光板 14 の旋光板 14 L を通過した B 偏光の記録用参照光と干渉して干渉パターンを形成し、光源装置 25 の出射光の出力が高出力になったとき、その干渉パターンがホログラム層 3 内に体積的に記録される。

本実施の形態では、情報光の光軸と記録用参照光の光軸は、偏光ビームスプリッタ 20 において同一線上に配置されるように 20 c を通り、偏光ビームスプリ

ッタ 15 において同一線上に配置されるように 15 c を通っている。そして、情報光と記録用参照光とがホログラム層 3 に対して同一面側より照射される。

更に、図 13 を参照して、再生時の作用について説明する。再生時には、光源装置 25 の出射光の出力は、再生用の低出力にされ、シャッター 23 は閉まり、
5 偏光ビームスプリッタ 20 を通過した光は遮断される。なお、コントローラ 90 は、再生信号 RF より再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ 12 の出射光がデータエリア 8 を通過するタイミングを予測し、対物レンズ 12 の出射光がデータエリア 8 を通過する間、上記の設定とする。対物レンズ 12 の出射光がデータエリア 8 を通過する間は、フォーカサーおよびトラッキングサーボは
10 行われず、対物レンズ 12 は固定されている。

図 13 に示したように、光源装置 25 から出射された光は、コリメータレンズ 24 によって平行光束とされ、二分の一波長板 51 により P 偏光および S 偏光となる。偏光ビームスプリッタ 20 は、二分の一波長板 51 から P 偏光および S 偏光を受け、P 偏光は透過させ、S 偏光は反射面 20 a で反射する。

15 偏光ビームスプリッタ 20 a で反射された S 偏光は、空間フィルタ 19 を通って二分の一波長板 50 により P 偏光にされる。そして、偏光ビームスプリッタ 15 を通過してミラー 17 に向けて進行し、ミラー 17 によってミラー 18 に向けて反射される。ミラー 18 は再生用参照光を反射して、レンズ 16 に進行させ、レンズ 16 は、再生用参照光を記録媒体 1 よりも前で焦点を結ばせるように屈折
20 させる。この再生用参照光は、偏光ビームスプリッタ 15 を通過して、2 分割旋光板 14 を通過する。ここで、2 分割旋光板 14 の旋光板 14 L を通過した光は偏光方向が $+45^\circ$ 回転されて、A 偏光の光となり、旋光板 14 R を通過した光は偏光方向が -45° 回転されて、B 偏光の光となる。2 分割旋光板 14 を通過した記録用参照光は、対物レンズ 12 によって集光されて光情報記録媒体 1 に照
25 射され、反射膜 5 よりも手前側で一旦最も小径となるように収束した後、発散しながらホログラム層 3 を通過する。

2 分割旋光板 14 の旋光板 14 L を通過した再生用参照光は、A 偏光の光となり、ホログラム層 3 より、記録時における 2 分割旋光板 14 の旋光板 14 R を通過した情報光に対応する再生光を発生させる。また、2 分割旋光板 14 の旋光板

1 4 Rを通過した再生用参照光は、B偏光の光となり、ホログラム層3より、記録時における2分割旋光板1 4の旋光板1 4 Lを通過した情報光に対応する再生光を発生させる。

これらの再生光は、対物レンズ1 2側に進み、対物レンズ1 2で平行光束とされ、2分割旋光板1 4を通過し、ハーフミラー2 6で一部が反射される。反射された再生光は、空間フィルタ2 7により再生用参照光の反射光など余分な成分を除去し、偏光板5 2を経て検出器2 8に入射する。検出器2 8には、格子状の画素が設けられており、再生光を検出する。

本実施の形態では、再生用参照光の光軸と再生光の光軸が同一線上に配置されるように、再生用参照光の照射と再生光の収集とが、ホログラム層3の同一面側より行われる。

なお、本発明の記録方法、再生方法、記録再生方法は、上記の光情報記録再生装置に限定されるものではなく、空間光変調器によって空間的に変調した情報光を用いて情報を記録する光情報記録装置および光情報記録再生装置全般、並びに空間光変調器によって空間的に変調された情報光を用いて記録された記録媒体から情報を再生する光情報再生装置および光情報記録再生装置全般において実施することができる。

例えば、上記の光情報記録再生装置においては、情報光だけを空間的に変調していたが、記録用参照光も空間的に変調して多重記録することもできる（特開平1 1－3 1 1 9 3 8号公報に詳述）。この場合、参照光を空間的に変調するパターンにも情報を持たせることができるが、このパターンに持たせる情報も、隣接する画素同士の属性の一致および不一致で表現してもよいし、一定の領域内における同じ属性の画素群の配置によって表現してもよい。

また、上記の光情報記録再生装置では、偏光ビームスプリッタ2 0および1 5で分離して情報光と記録用参照光を生成していたが、分離せずに空間光変調器2 2のパターンによって情報光と記録用参照光を生成することもできる。

請 求 の 範 囲

1. 多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して記録媒体に情報を記録する方法であって、

記録するデジタル情報を前記空間光変調器の隣接する画素同士の属性の一致及び不一致によって表現して前記デジタルパターン情報とすることを特徴とする情報記録方法。

2. 前記デジタルパターン情報は、前記空間光変調器の1次元に配列された複数の画素によって表示されることを特徴とする請求項1に記載の情報記録方法。

3. 前記空間光変調器は、格子状に配列された多数の画素を有し、前記1次元に配列された複数の画素によって表現されたデジタルパターン情報を複数組み合わせることで2次元デジタルパターン情報として表示することを特徴とする請求項2に記載の情報記録方法。

4. 前記デジタルパターン情報は、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に属性が一致する画素を有するように表示されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の情報記録方法。

5. 前記デジタルパターン情報は、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に連続して一定数以上の属性が一致する画素を有するように表示されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の情報記録方法。

6. 多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して情報を記録した記録媒体から情報を再生する方法であって、

前記記録媒体に再生用参照光を照射して前記デジタルパターン情報を担持した再生光を生成し、

前記再生光のデジタルパターン情報の隣接する画素同士の属性の一致および不一致を検出することを特徴とする情報再生方法。

7. 前記再生光を検出する検出器が複数の画素を有し、前記検出器の画素が前記

デジタルパターン情報の隣接する画素の境界上に配置されていることを特徴とする請求項 6 に記載の情報再生方法。

8. 前記再生光のデジタルパターン情報は、前記空間光変調器の 1 次元に配列された複数の画素によって表現されていることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の情報記録方法。

9. 多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して記録媒体に情報を記録し、情報を記録した記録媒体から情報を再生する方法であって、

10 記録するデジタル情報を前記空間光変調器の隣接する画素同士の属性の一致及び不一致によって表現して前記デジタルパターン情報として記録し、

前記記録媒体に再生用参照光を照射して前記デジタルパターン情報を担持した再生光を生成し、

15 前記再生光のデジタルパターン情報の隣接する画素同士の属性の一致および不一致を検出することを特徴とする情報記録再生方法。

10. 前記デジタルパターン情報は、前記空間光変調器の 1 次元に配列された複数の画素によって表示されることを特徴とする請求項 9 に記載の情報記録再生方法。

11. 前記空間光変調器は、格子状に配列された多数の画素を有し、前記 1 次元に配列された複数の画素によって表現されたデジタルパターン情報を複数組み合わせることで 2 次元デジタルパターン情報として表示することを特徴とする請求項 10 に記載の情報記録再生方法。

12. 前記デジタルパターン情報は、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に属性が一致する画素を有するように表示されていることを特徴とする請求項 9 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の情報記録再生方法。

13. 前記デジタルパターン情報は、隣接する画素の一方と属性が不一致である画素が、必ず他方側に連続して一定数以上の属性が一致する画素を有するように表示されていることを特徴とする請求項 9 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の情報記録再生方法。

1 4. 前記再生光を検出する検出器が複数の画素を有し、前記検出器の画素が前記デジタルパターン情報の隣接する画素の境界上に配置されていることを特徴とする請求項 9 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の情報記録再生方法。

5 1 5. 格子状に配列された多数の画素を有する空間光変調器に表示されたデジタルパターン情報で空間的に変調した情報光と、記録用参照光との干渉による干渉パターンを利用して記録媒体に情報を記録する方法であって、

記録するデジタル情報を前記空間光変調器の所定の領域内における属性が一致する複数の画素を連続させて構成される画素群の配置によって表現して前記デジタルパターン情報とすることを特徴とする情報記録方法。

10 1 6. 前記画素群を所定の領域内に複数個配置することを特徴とする請求項 1 5 に記載の情報記録方法。

15

20

25

FIG. 1

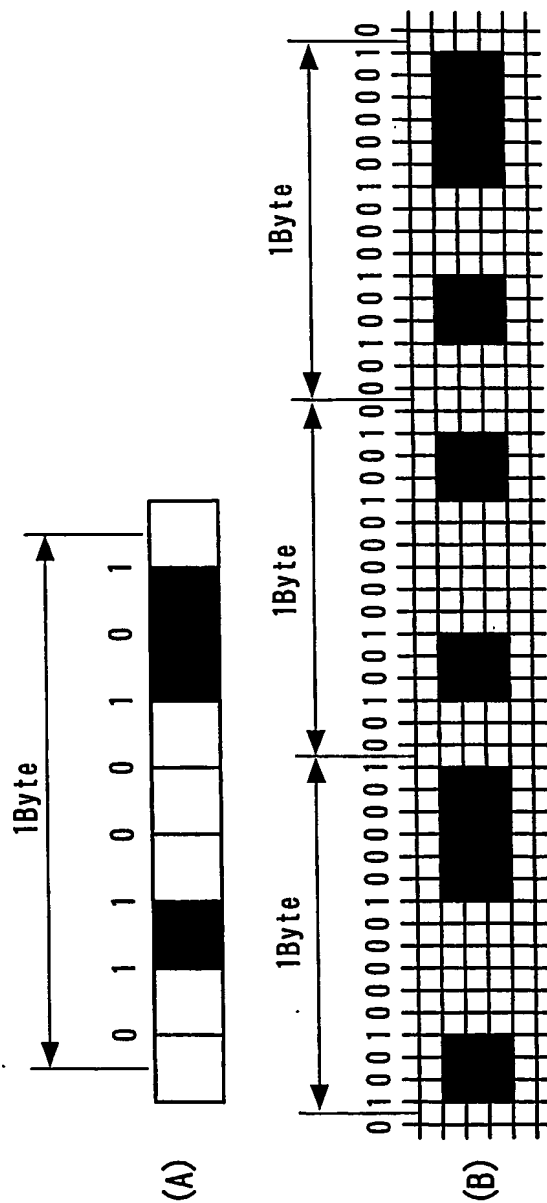


FIG. 2

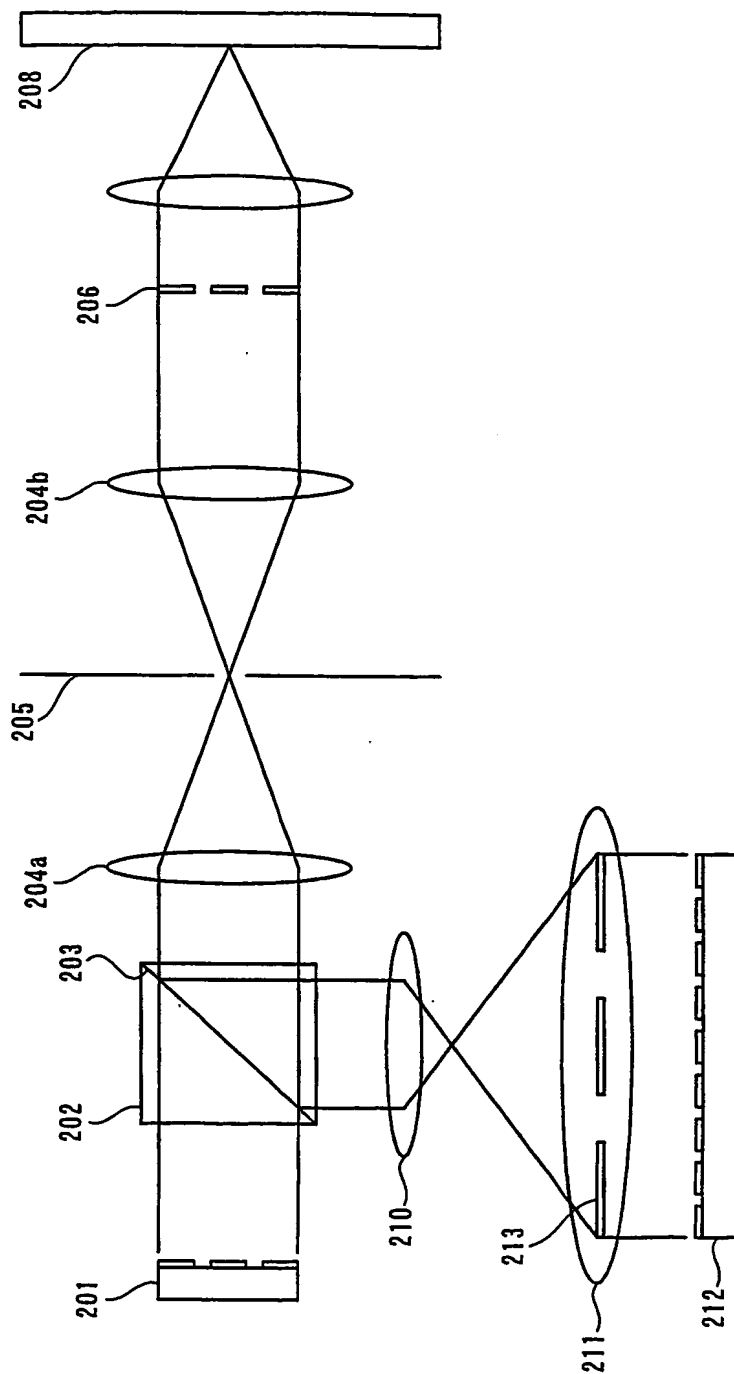


FIG. 3

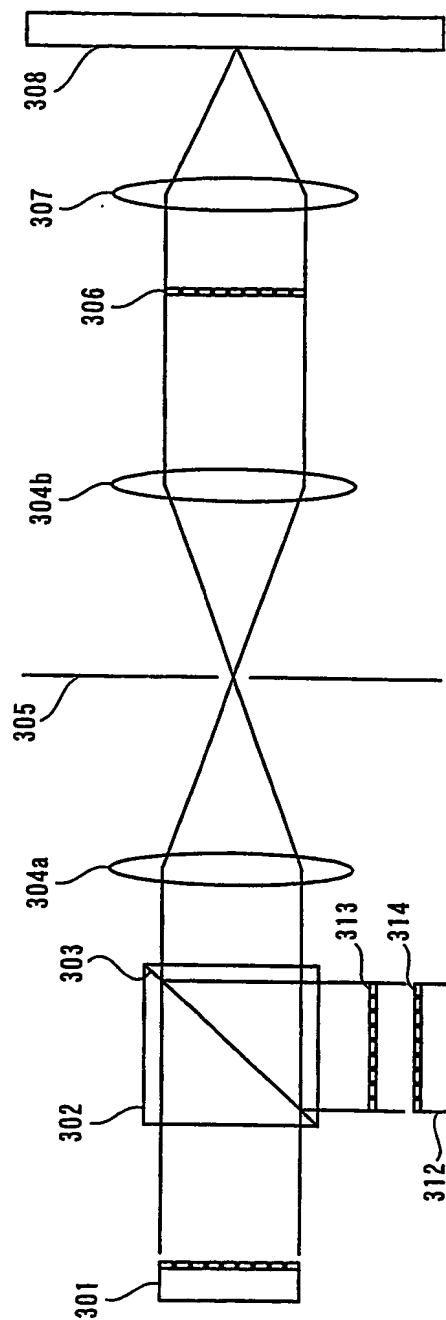


FIG. 4

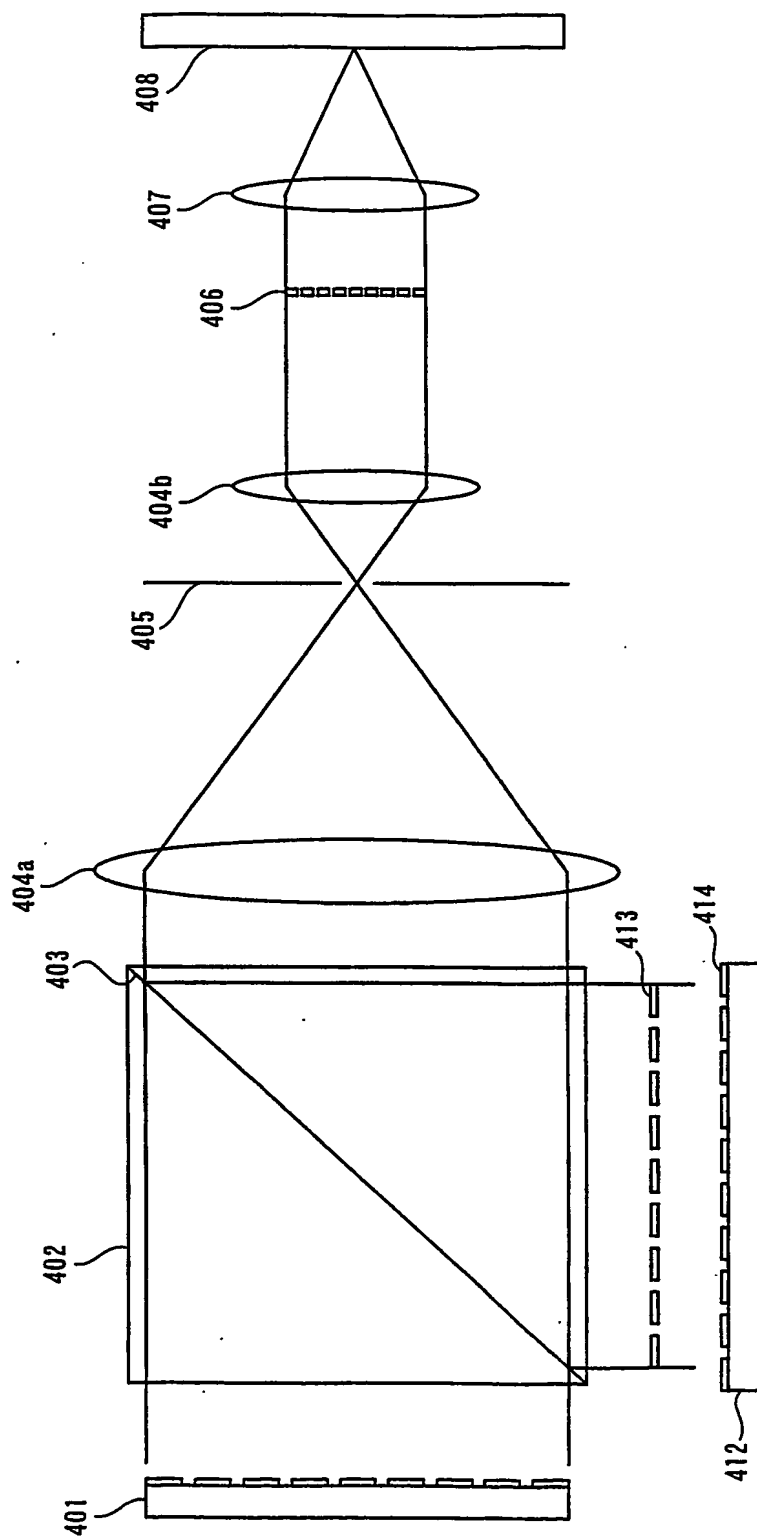


FIG. 5

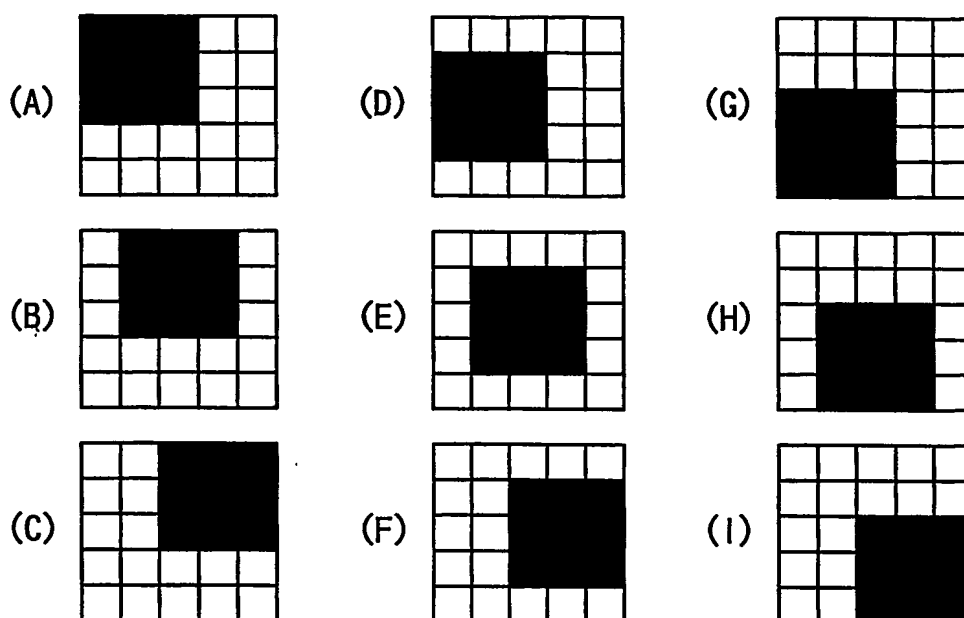


FIG. 6

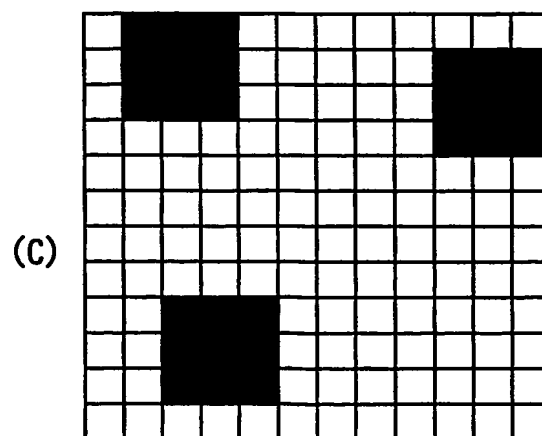
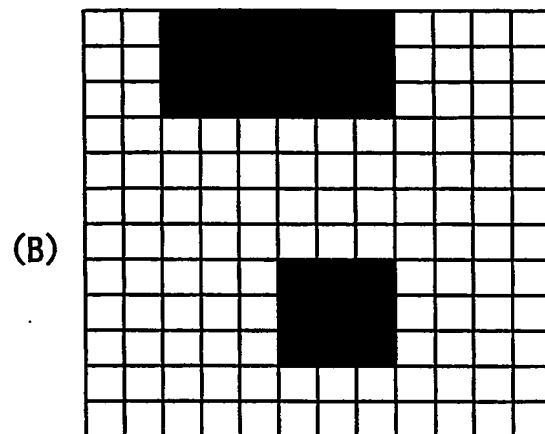
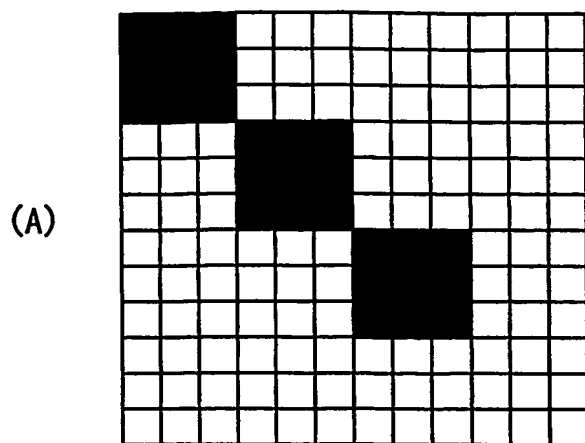


FIG. 8

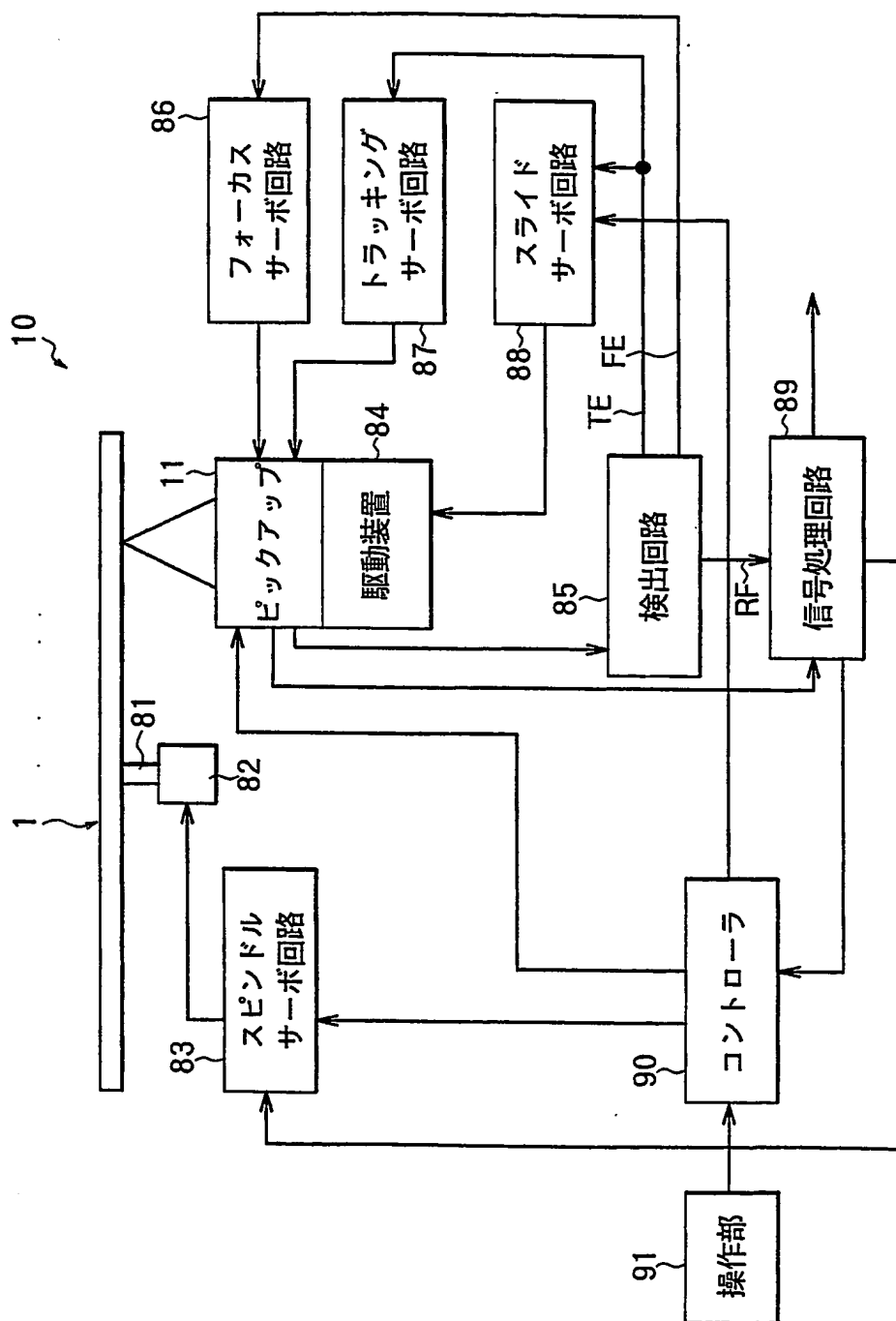


FIG. 9

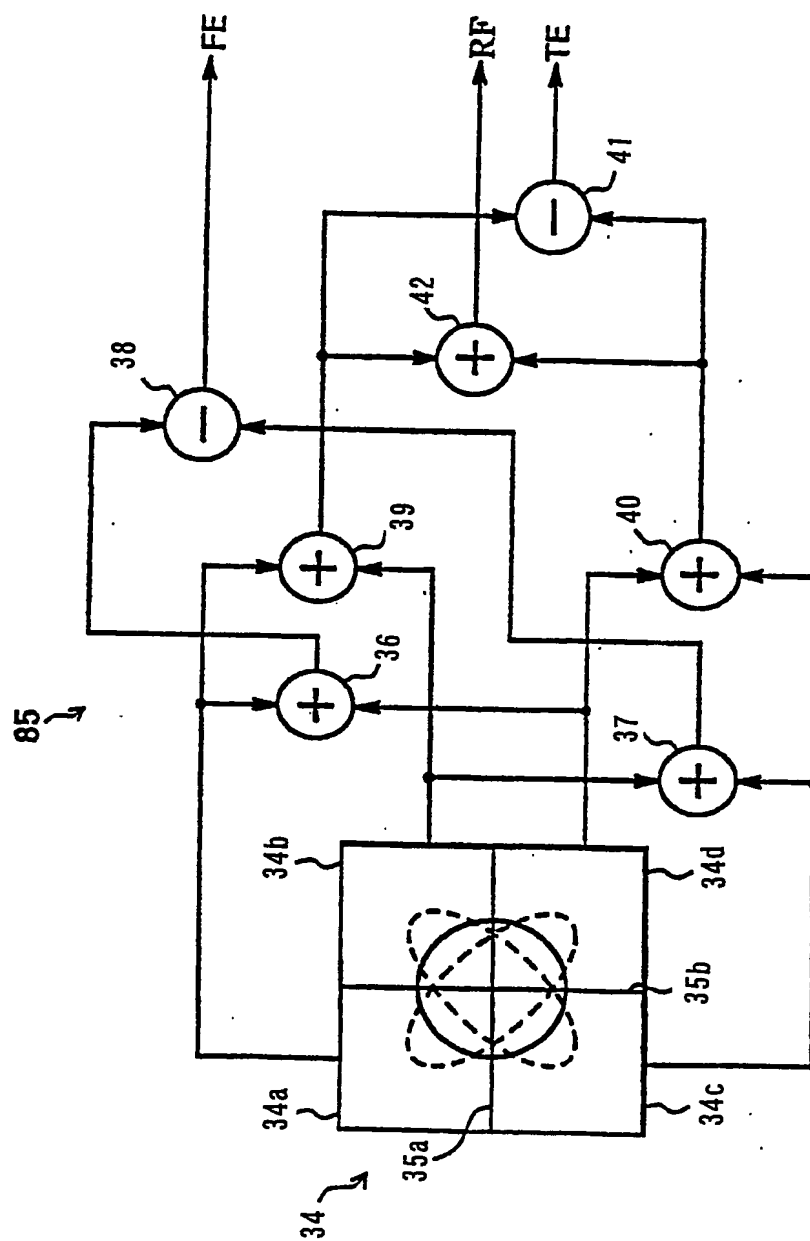


FIG. 10

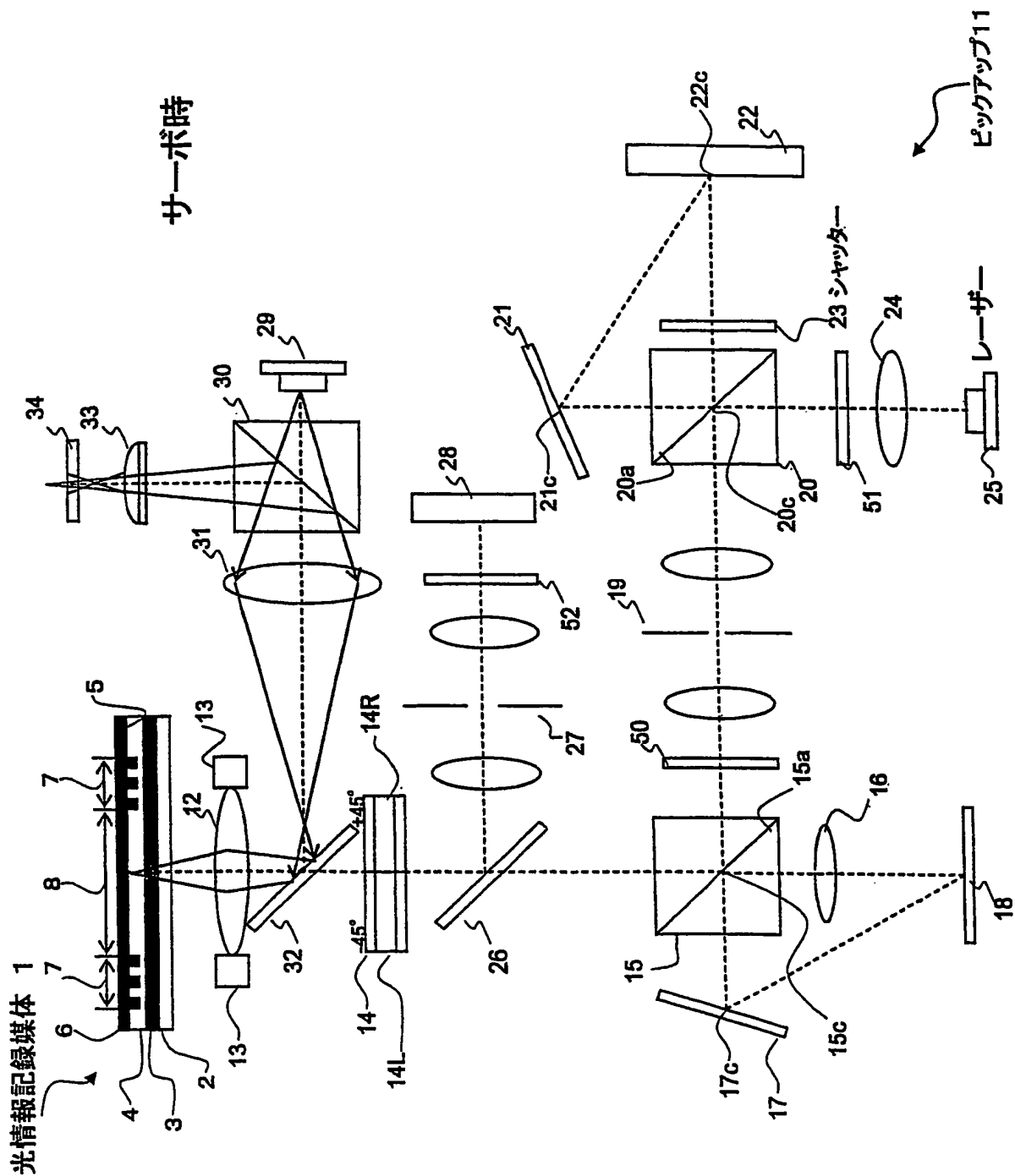


FIG. 11

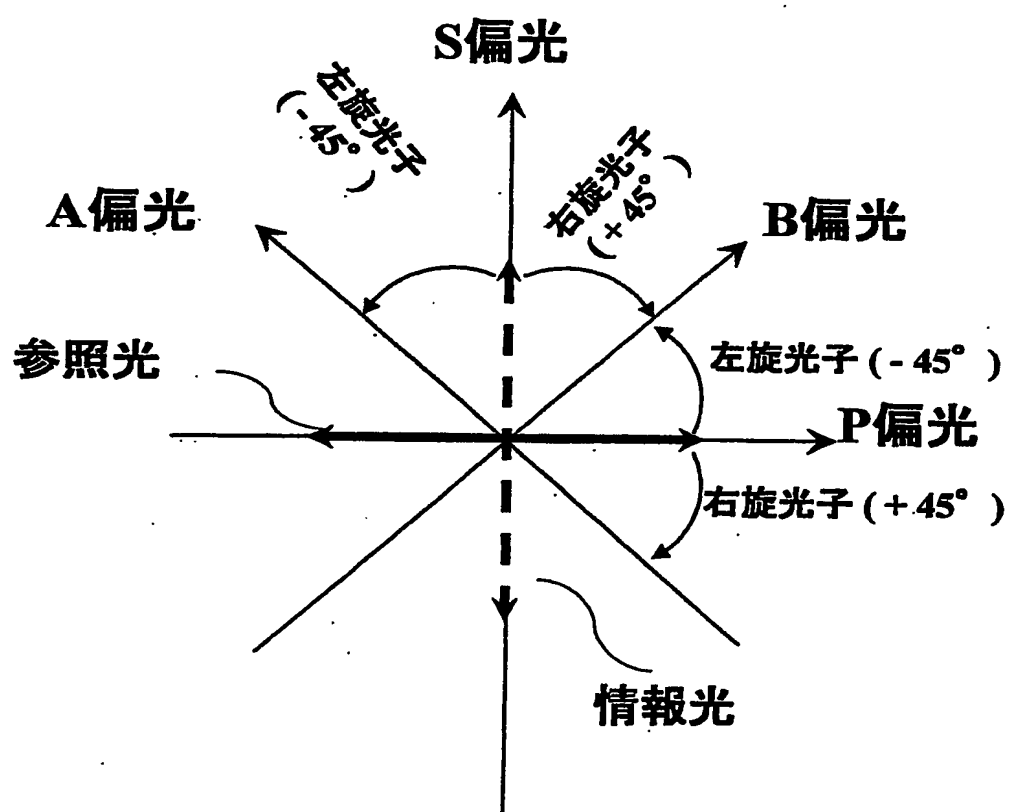


FIG. 12

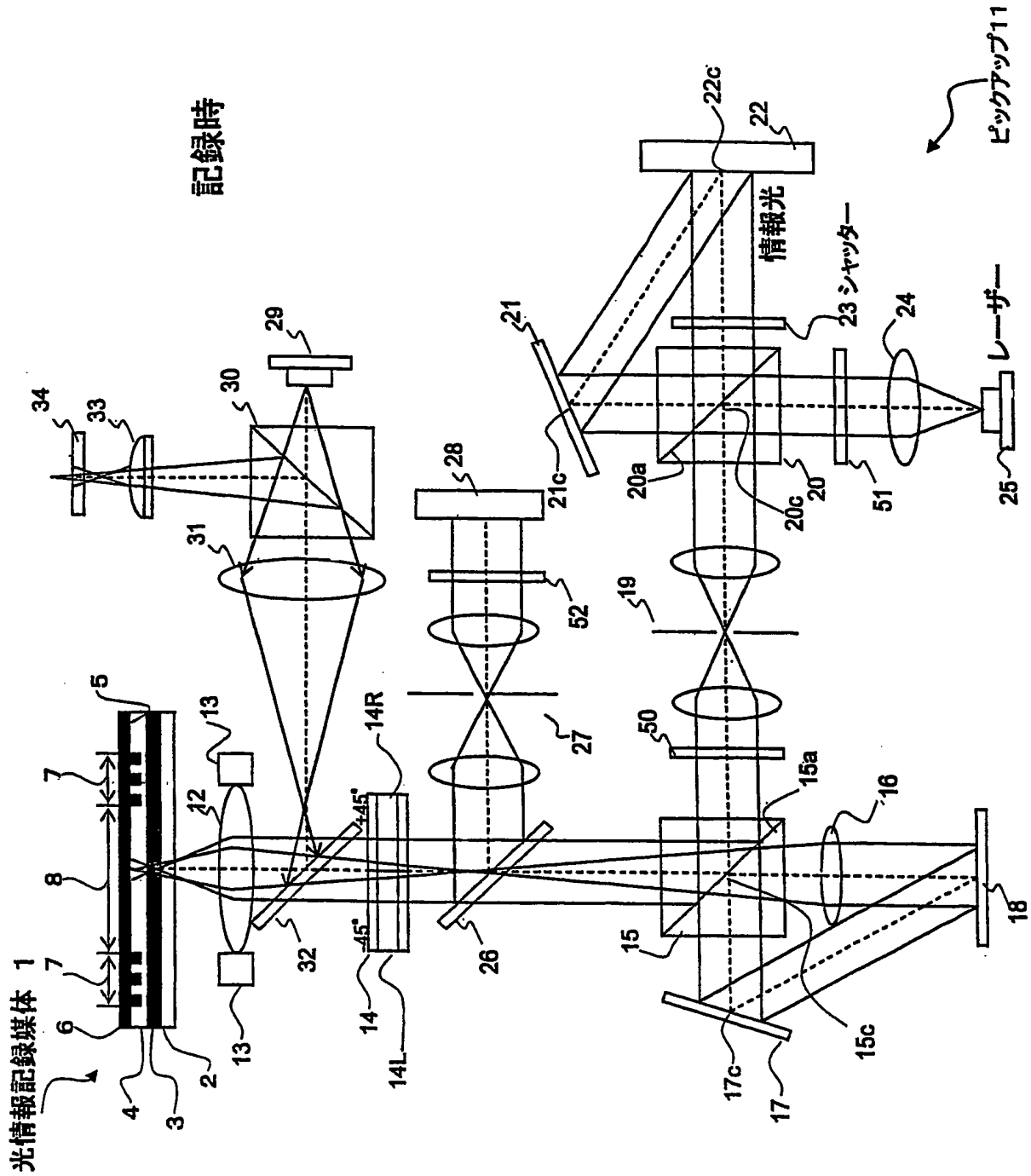


FIG. 13

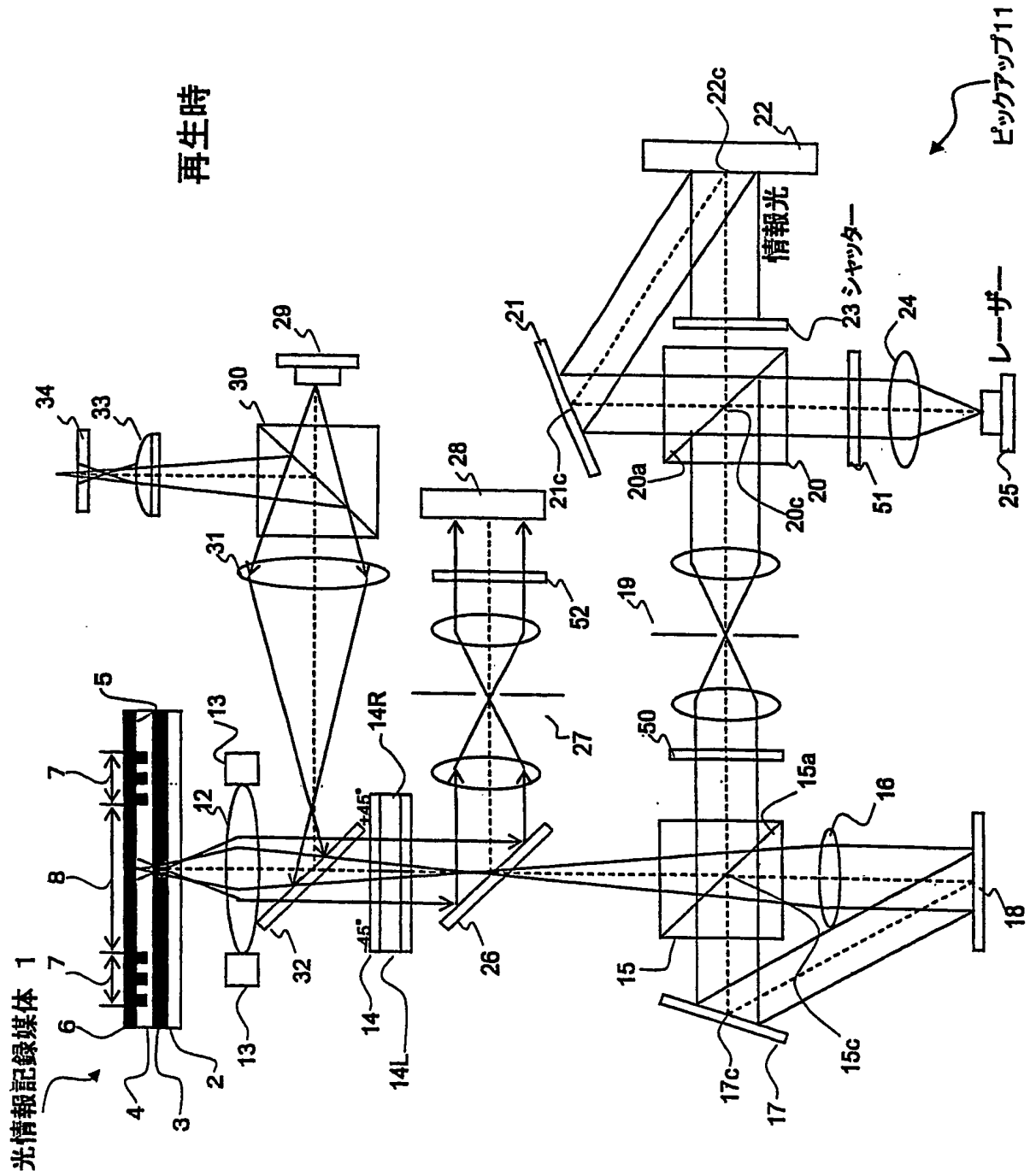
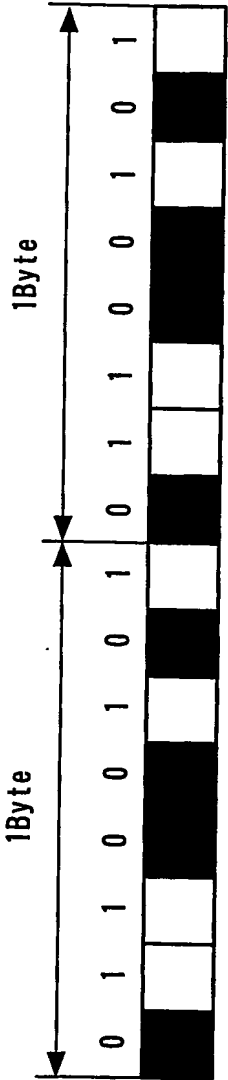


FIG. 14



(A)



(B)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12955

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/0065, 7/135, G03H1/04, 1/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/00-7/013, 7/08-7/10, 7/12-7/22, 7/24, 7/30,
G03H1/00-5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-124872 A (Sony Corp.),	1-3, 6, 8-11
Y	15 May, 1998 (15.05.98), Full text & US 5917798 A	4, 5, 7, 12-16
Y	JP 7-152095 A (Sony Corp.), 16 June, 1995 (16.06.95), Par. Nos. [0020], [0031] (Family: none)	4, 5, 7, 12-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 January, 2004 (06.01.04)

Date of mailing of the international search report

27 January, 2004 (27.01.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B7/0065, 7/135, G03H1/04, 1/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B7/00-7/013, 7/08-7/10, 7/12-7/22, 7/24, 7/30,
G03H1/00-5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本実用新案公報 1922-1996年

日本公開実用新案公報 1971-2004年

日本登録実用新案公報 1994-2004年

日本実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 10-124872 A (ソニー株式会社) 1998.05.15, 全文	1-3, 6, 8-11
Y	& US 5917798 A	4, 5, 7, 12-16
Y	J P 7-152095 A (ソニー株式会社) 1995.06.16, 段落0020, 0031 (ファミリーなし)	4, 5, 7, 12-16

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.01.2004

国際調査報告の発送日

27.1.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山崎 達也

印

5D

3046

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.